

工业余热的回收利用研究

——以鲁邦大河热电厂为例

白海龙¹ 张丰²

1 天津北方巨通电梯有限公司, 天津 300000

2 北京建磊国际装饰工程股份有限公司, 北京 100036

[摘要]随着我国经济的迅速发展, 能源的消耗量日益增加。提高能源利用效率是当前工业生产发展一个很重要的课题, 这不仅关系到工业的发展, 更关系到整个国家的未来。近年, 全球能源危机日益严重, 能源紧缺困扰全球经济发展。如何降低单位产品的能源消耗, 成为各国研究的一个很重要的课题。文章通过对鲁邦大河热电厂的余热利用方式以及节能效果的调研, 研究了该热电厂整个生产工艺流程, 简单阐述了发电厂烟气余热利用背景, 分析了该发电厂烟气余热利用与应用技术方案, 重点介绍了热管在余热利用中所采用的方式及方法, 以及经济投入。并对该厂烟气余热利用与应用效益进行了进一步探讨, 发现了余热产生的原因, 介绍了余热的产生及其利用模式。结果表明回收利用余热将会节约大量的能量, 减少污染物的排放, 实现节能减排。

[关键词]余热; 热管; 节能减排

DOI: 10.33142/ec.v3i10.2710

中图分类号: TK11+5

文献标识码: A

Research on Recovery and Utilization of Industrial Remaining Heat

——Taking Lubang Dahe Thermal Power Plant as an Example

BAI Hailong¹, ZHANG Feng²

1 Tianjin North Jutong Elevator Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

2 Beijing Jianlei International Decoration Engineering Co., Ltd., Beijing, 100036, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy, energy consumption is increasing day by day. Improving energy efficiency is a very important issue in the development of industrial production, which is not only related to the development of industry, but also related to the future of the whole country. In recent years, the global energy crisis is becoming more and more serious, and the energy shortage has troubled the global economic development. How to reduce the energy consumption per unit product has become a very important research topic. Based on the investigation of waste heat utilization mode and energy saving effect of Lubang Dahe thermal power plant, this paper studies the whole production process of the thermal power plant, briefly describes the background of flue gas waste heat utilization in power plant, analyzes the technical scheme of flue gas waste heat utilization and application in the power plant, and emphatically introduces the methods and methods of heat pipe in waste heat utilization and economic investment. The utilization of flue gas waste heat and its application benefit are further discussed. The causes of waste heat generation are found, and the generation and utilization mode of waste heat are introduced. The results show that waste heat recovery will save a lot of energy, reduce the emission of pollutants, and achieve energy saving and emission reduction.

Keywords: remaining heat; heat pipe; energy saving and emission reduction

引言

余热是指在在一定生产工艺环节中, 由于各种原因没有被利用的热能, 多数为低品位能源, 但可以通过一定的技术手段, 使其在其他领域发挥作用。在工业余热资源中, 200-300℃以下的低温余热约占余热资源的 60%。如何利用余热, 将是我国工业生产中一个很重要的方面, 充分利用余热会节约大量的能源, 为我国的经济可持续发展提供一个有力的能源保障。

工业是能源消耗大户, 提高能源利用效率是当前工业生产发展一个很重要的课题, 这不仅关系到工业的发展, 更关系到整个国家的未来。近年, 全球能源危机日益严重, 能源紧缺困扰全球经济发展。如何降低单位产品的能源消耗, 成为各国研究的一个很重要的课题。我国作为一个高速发展中国家, 同时是一个能源消耗大国, 一个贫油国, 煤炭人

均储量也远远低于世界平均水平。在工业生产中高效的利用能源,降低单位产品能耗,降低温室气体、酸性气体排放,保护环境,将是我国经济的一个新的增长点。

1 鲁邦大河热电厂的生产概况

1.1 建筑概况

鲁邦大河热电有限公司,位于泰安市西部靠近市政府,但周围无更多工厂企业,缺少热用户。

1.2 生产过程的调查

1.2.1 水处理过程

水源一般为自然水源,多以自然表面水为电厂的水源。此种水源的水虽然在固体废物的含量要明显高于地下水,但在实际应用中要好于地下水。第一,表面水的钙镁等在高温能够结垢的离子明显低于地下水,降低了水软化过程中的成本;第二,水源取用方便,不用挖深水井,就近引用地表水,只需要设置地表管道,就能保证水供应,降低了水源取用成本;第三,不用考虑会对地下水造成污染。通过水泵在水源处取水,经输水管道送至过滤器,再经过阳床进行阳离子交换,再经过混合后进入阴床进行阴离子交换,处理后的水经过混水池后进入锅炉,进行补水。

1.2.2 煤炭流程

煤炭运输到煤场(每一车煤炭都要经过化验,以检验煤炭的热值等量化指标,计划部门作煤炭的使用计划,相应的生产部门设定生产参数);煤炭再经过磨煤机加工成煤粉,准备经皮带轮送至原煤仓;再由给煤机把原煤仓中的煤炭送至燃烧室(通过一二次风机让煤粉在沸腾状态下燃烧);燃烧后的烟尘经过返料器把尚未燃烧和未完全燃烧的煤粉送回到燃烧室;排出烟气,烟气经过高温过热器和低温过热器回收烟气中的热量提高能量的利用率(此部分是典型的余热回收利用实例);省煤器将返料器未回收的燃料回收,返送回燃烧室利用,最后的烟气经过除尘器把固体粉尘过滤掉,使其达到排放要求。

1.2.3 蒸汽生产流程

软化后的水,经过水泵和管道的输送进入锅炉,高温状态下变成过热蒸汽。蒸汽通过主汽管,经过主汽隔离门输送到汽轮机。蒸汽推动汽轮机转动,带动发电机发电。在汽轮机中,一般的供暖用热由抽汽得到,然后在集汽母管中汇集,再经过计量再经管道输送至热用户。同时,一部分蒸汽需要被抽出后经过除氧器,去掉氧气,再经过给水母管送回锅炉。大部分蒸汽通过汽轮机后变为乏汽,经管道送至凉水塔冷却为液态,再经给水母管供给锅炉。在凉水塔中大量的热量经冷却水带走,浪费了大量的热。常规的凝汽式发电厂通常只有低于40%的燃料燃烧能量用在生产电能上,大约60%的能量损失在排烟和将乏汽凝结为水的环节上,如果能利用这些余热,就可以使能量转化率达到85%以上^[1]。此处作为热量回收利用的研究对象。

1.2.4 操作控制室工作

操作控制室通过生产自动化设备,监控各处设备的运行状况,同时根据生产需要调整生产量,根据设备条件调整出设备的工作状态。调整工作状态,可以是人工,也可以是通过自动化设备调整。了解控制室的工作,有助于熟悉整个炉机运行情况,对于调查能够做一个整体的统筹,明确该厂已经利用的梯级热量和尚未利用的热能。

2 余热利用与经济分析

2.1 鲁邦大河热电厂燃料的使用情况

主要为泰安市周边地区生产的煤矸石、煤泥、普通煤炭以及部分陕(山)西煤炭。燃料利用率:为降低单位产品的能源成本,主要使用一些低热能燃料。单位产品的能量消耗量,同类产品平均能耗的比较并不低,单位产品的成本属于一般水平,主要原因是2002年建厂时没有考虑长期的节能减排的发展规划,尤其是该热电厂热能的梯级充分利用。

2.2 鲁邦大河热电厂的热量利用情况

2.2.1 余热再利用及利用后存在状态,了解已经成功运行的余热利用项目。在综合塔中:从上端开始依次设置高温过热器、低温过热器、省煤器、二次空气预热器、一次空气预热器,其中能够回收热的装置是高温过热器、低温过热器、二次空气预热器、一次空气预热器,经过四个装置的回收热量,烟气温度降低到147~160℃,再通过烟管到达除尘器。

2.2.2 了解尚未利用的余热:返料器出的热量没有直接作为热量回收的设置点,而是采用绝热式的返料器,热烟气进入综合塔后再进行热的回收。综合塔中热量回收装置(从上向下依次排列)有:高温过热器、低温过热器、二次

空气预热器、一次空气预热器。在经过这四部分热量回收之后，烟气的温度还是比较高，保持在 140℃ 以上，再经过静电除尘器的处理之后，烟气温度降低到 130℃，经过管道输送之后，在引风机入口前温度降低为 60℃ 以上。在此处大量的热量散发到空气中没有被有效的利用。同时，热电厂为保障锅炉装置受热面内的清洁及锅炉水的品质，常需进行 24 小时连续排污。在排污口的气包处排污总量为系统运行所需水量的 5% 左右^[2]，此处排水的温度在 110℃，压力 49 公斤，热能浪费严重。

2.3 余热的利用

2.3.1 在单位周边，开发余热用户，建立余热利用模型，进行模拟试验。在上文中提到的没有被充分利用的热量主要参数及余热可利用状况判断：综合塔 160℃~140℃，综合塔中的热量利用，只能通过把高温烟气导出送至热量再利用设备，需要在静电除尘器前加装设备。由于静电除尘器的温度较高（在不考虑综合塔到静电除尘器的传送热量损失前提下，温度为 140℃~60℃）在综合塔与静电除尘器之间增加热回收装置，热回收效率最高。

鲁邦大河热电厂可以再利用的设备空间比较狭小，设备安装需要紧凑，特别适合利用热管进行余热回收。热管是一种具有特高导热性能的新型传热元件，一般由管壳、吸液芯、工质组成，结构如图 1 所示。

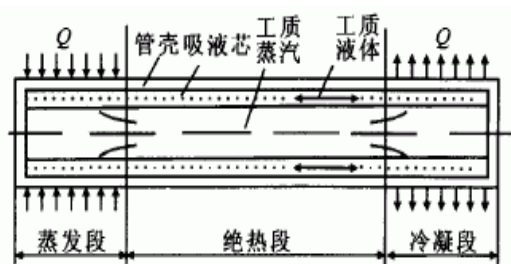


图 1 热管工作原理示意图

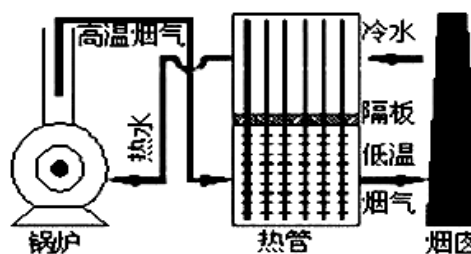


图 2 烟气余热利用示意图

热管就是把无缝钢管抽成真空，注入工作质（液体），加以密封，即成了重力热管。工作质在热管蒸发段被加热，由液态变为气态（吸热），热能又从蒸发段被输送到冷凝段，在冷凝段被加热介质冷却（放热），工作质由气态变为液态，依靠重力流回至蒸发段，如此高速循环，不断把烟气热量传导至另一端。利用相变传输热量，热阻小，传热系数高，它的超强导热性能使其导热系数是一般金属的几百倍左右，传导温度没有衰减并能以极快的速度传递（音速传递），而其两段外侧均可采用肋片来扩展受热，促使流体产生湍流，增强传热。^[3]

热管余热回收装置，（图 2）第一步：将烟气温度从 160℃ 降低到 90℃，能提高锅炉效率 5% 左右。第二步：利用冷凝换热器将排烟温度降至 40℃ 左右，可有效回收烟气中水蒸气的汽化潜热。这种方式能提高锅炉效率 10~15%，节能相当显著。而且，热管设计结构紧凑、换热方式灵活，烟气阻力损失只有 300pa 左右，因此非常适合各型锅炉的烟气余热回收使用。

设备性能特点：

安装方便：余热回收装置的安装不需要对原锅炉或工业窑炉进行改动。

安全可靠：超导热管等温性能好，导热时产生自振，但不产生污垢与通风阻力，始终保持良好的传热效率，不影响锅炉或窑炉的工作。

2.3.2 气包处的热量如果需要回收利用，不定时排放污水不利于热量的回收（即污水断续排放，热量回收不稳定影响热量的产出）。回收这部分热量污水最好是连续排放，利于热量的回收及产出，但是同时需要考虑连续排污锅炉需要不断的补水，需要综合考虑回收的热量与增加的设备 and 补水造成的成本的对比。对此，该厂组织技术人员反复论证，从炉侧排污扩容容器入口联箱处将排污水引至新装的换热器，利用锅炉排污水余热对化学除盐水进行加热，解决了除盐水需送往汽机升温的问题。项目实施后，除盐水温度由 27℃ 升至 45℃，锅炉连续排污水温度由 110℃ 降至 40℃，一升一降之中，解决了节能降耗与安全隐患的双重问题。

2.4 可行性数据初步校验

（1）热量回收量计算：2 万千瓦

（2）设备成本计算：合计，326 万元

热交换设备价格：170 万元；管道：132 万元；人工及安装设备费用：24 万元^[4]。

3 选择余热的利用模式及模型的实际利用

主要将此部分热量用来加热水,将加热后的水供给本单位或者周边需要热水供应的工厂企业,主要可用作生活热水供应,能够满足水的品质和热度的要求。也可以供给2千米外的酒店作为洗涤后干燥用热,主要通过表面式热交换器完成,以水为载体将热量输送过去。冷却塔的水池中水的温度,夏季一般保持在35℃,冬季据了解能在20℃考虑水质可以用于放养部分鱼类,能够做到此部分水的热量的充分利用,只需要增加一套过滤装置以及饲养鱼类所需要的工具。

4 余热利用与环保

热电厂如果把未经过冷却的热水直接排到水库、河流江河、沿海等自然水体中会造成的严重的后果。这些排放的热水,破坏自然水体中的水生植物、动物的生存条件,使大量的水生动植物死亡,破坏了水体的生态平衡。同时,受污染的水体,会变得浑浊,或者是过于通透,光照将影响水生植物,通过食物链间接的影响水生动物的生存。例如受国家保护的濒危珍贵动物的生存流域,破坏了它们的生存条件,将会使这些动物灭绝。为了保护环境,使供热污水实现“零排放”,这就需要对此部分污水做进一步的除污处理。

5 结论

通过对鲁邦大河热电厂的实际调研,使大家了解余热的产生过程和废热利用过程,为合理利用工业余热、有效实现节能减排目标提供重要依据。(1)热管换热器在余热回收、降低能耗、节约能源、减少CO₂排放、改善环境等方面所带来的综合效益是巨大的。(2)热管换热器在工业上的应用和发展还存在非常大的空间,在应用和发展上还不平衡和不够广泛。(3)工业余热利用的最好途径是综合利用。(4)工业余压也是应该加以重视和利用的一个方面,余压利用和余热利用可以结合起来以提高整个能源利用率。

[参考文献]

- [1]李德英.供热工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [2]吴味隆.锅炉及锅炉房设备[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [3]庄骏,张红.热管技术及其工程应用[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [4]张军.建设工程造价管理[M].北京:中国计划出版社,2000.

作者简介:白海龙,男,工程师,主要从事暖通空调方面的设计研究。